

運輸部門における自動車用エネルギー消費量の削減： 所得格差と交通社会

その他（別言語等） のタイトル	Reduction of the Energy Consumption of Vehicle on Transportation Sector : income disparity and transportation Society
著者	高野 茂, 小幡 英二
雑誌名	開発技報
巻	48
ページ	35-41
発行年	2005-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/263

運輸部門における自動車用エネルギー消費量の削減
—所得格差と交通社会—

高野 茂 (室蘭工業大学大学院)
小幡 英二 (室蘭工業大学・工学部)

Reduction of the Energy Consumption of Vehicle on Transportation Sector
—income disparity and transportation Society—

Shigeru TAKANO (Muroran Institute of Technology)
Eiji OBATA (Muroran Institute of Technology)

Abstract

The Kyoto protocol has been ratified by the developed countries on the 16th of February, 2005. Japan must carry out the promised reduction of 6.0 percent from 1990 levels between 2008 and 2012. The transportation sector in the final energy consumption has been particularly increased in comparison with the industry and the residential and commercial sectors. The final energy consumption of the transportation sector will have been decreased in the promised reduction, provided that the modal shift of the car and the cargo truck for the bus and the train takes place in 55 - 60 percent. The ratio of the renewable energy versus the primary energy in the developed countries compares Gini's coefficients which are expressive of the income disparity.

Key words: Gini's coefficient, Transportation sector, Income disparity, Kyoto protocol, Modal shift

E-mail: shtakano@seagreen.ocn.ne.jp

1. はじめに

京都議定書の発効による日本の温室効果ガスの削減義務は、2012 年までに 1990 年比の 6%削減であるが、2002 年度の実績がすでに 7.6%増で、実質的に 13%以上の削減が必要になる。部門別の実績では産業部門が不況やコスト削減で 1.7%減少したものの、民生部門の家庭用が 28.8%、業務用が 36.7%、旅客・貨物など運輸部門も 20.4%といずれも増加している。新たに制定する「京都議定書目標達成計画」では、家庭・業務を合わせた民生部門として 10.7%増、運輸は 15.1%増までに上方修正せざるを得ず、排出量

の多い産業部門は 8.6%の削減に下方修正された。

環境省によれば、目標達成には民間も含めると年間約 2 兆円の追加対策費用が必要とされ、目的や試算法の異なる経済産業省は「試算が過大」と省庁間で差異もみられる。産業界でも景気の動向や経済環境に拘わらずエネルギー消費量を縛るのは「企業活動に悪影響を与える」との批判もあり、専門家の間には「実効性に乏しい」との指摘もある。

統計資料では、運輸部門のうち自動車によるエネルギー消費量の増加が最も大きい。自動車のエネルギー消費量は、

産業部門の鉄鋼、化学、セメントなど素材生産、生活に関わる食料・住宅関連機材・日常用品の供給や、人や物の移動にともなう交通事故、道路整備、環境との共生などの社会負担が絡み、社会経済システムの全体的な縮図ともいえるので、自動車エネルギー消費量の削減こそ持続可能な経済社会システムをつくる鍵になると言ってもよい。

最終エネルギー消費量は、鉄鋼や機械などの産業部門、化石燃料を多量に消費するエネルギー転換部門、家庭・ビル・オフィス・ホテルなどの民生部門と、経済活動や生活水準などの要因で変動する。本稿は、公共事業の代表指標である道路投資額と、民需に関連の深い家計所得および所得格差の指標であるジニ係数を用いて、運輸部門の中でエネルギー消費量の割合が大きい自家用乗用車および貨物自動車のエネルギー消費量を分析検討する。また、運輸部門のエネルギー消費量を中心に、2012年を目標とする地球温暖効果ガスの効果的な削減施策を創生しようとするものである。

2. 運輸部門における自動車用エネルギー消費量の趨勢

統計データより、最終部門別エネルギー消費量の相対微分値（最大値を基準 1.0 とする）の推移を図 1 に示す。図 1 より、エネルギー消費量は産業部門が先行し、次いで素材などを輸送する運輸部門の貨物用が続き、経済活動の活性化で民生部門の家庭・業務用が増加し、最終的には生活向上による運輸部門の旅客用が増大する。現状は旅客用のエネルギー増加率を最大として、他のいずれの部門も増加しており、最終部門エネルギー消費量全体が増加基調にある。

運輸部門のエネルギー消費量は、旅客と貨物に分類されており、自動車、バス、海運、航空機など機関別に輸送量とエネルギー消費量が集計されている。2000 年の最終エネルギー消費量の運輸部門の構成比率は旅客エネルギーが 15.5%、貨物エネルギーが 8.7% を占め、バスを除く全自動車エネルギーは運輸部門エネルギー消費量の 85.7% と圧倒的に大きい。時系列予測と成長過程が推測できるロジスティック近似で推計すると、2012 年には最終エネルギー消費量で旅客エネルギーは 19.6%、貨物エネルギーは 8.9% を占めることになる。

運輸エネルギー消費量を機関別に分類しロジスティック近似値を図 2 に示す。図 2 から 2012 年の運輸エネルギー消費量は、1990 年基準で旅客が 1.9 倍、貨物が 1.2 倍で運輸全体では 1.6 倍と推算され、自家用乗用車が 59.9%、貨物自動車が 27.0% で合計 86.9% を占めることになる。2012 年には、旅客用で自家用乗用車、営業用乗用車、バス、鉄道、海運、航空のうち自家用乗用車が 86.8%、貨物用で貨物自動車が 87.2% と推算される。また、図 3 に、2012 年に予測される最終エネルギー消費量に占める旅客と貨物部

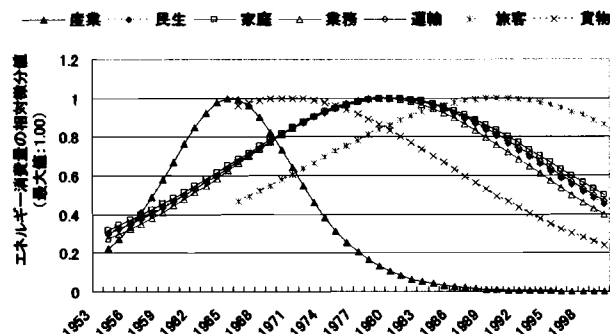


図 1 部門別エネルギー消費量の相対微分値
(総合エネルギー統計より作成)

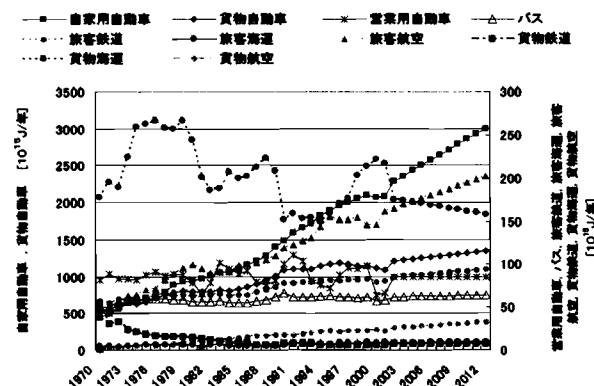


図 2 ロジスティック近似による機関別エネルギー消費量

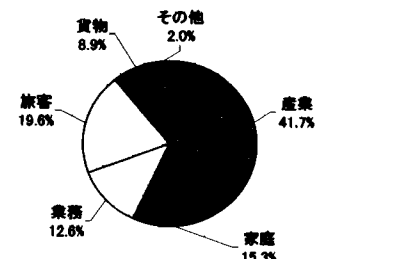


図 3 2012 年の最終エネルギー消費量
に占める運輸(旅客・貨物)部門の比率

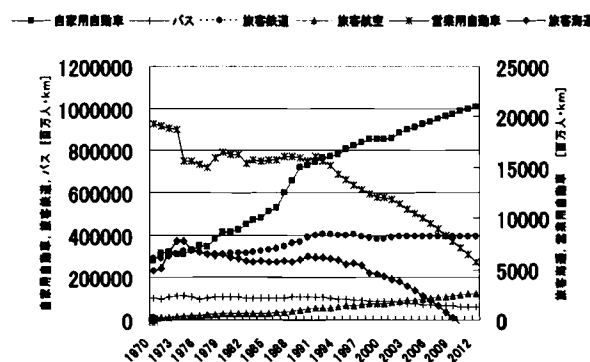


図 4 旅客機関別輸送量

門のエネルギー消費量比率を示す。

京都議定書の遵守には、旅客と貨物部門のエネルギー消費量の削減が不可欠である。

3. 運輸輸送量とモーダルシフト

図4と図5に2012年までの旅客機関別輸送量と貨物機関別輸送量を実績値にもとづき、ロジスティック曲線モデルの推測値を示す。2012年の運輸輸送量は、1990年基準で旅客輸送量が1.2倍、貨物輸送量が1.1倍で、旅客・貨物ともにエネルギー消費量の増加の方が輸送量の増加より大きい。構成比は自家用乗用車が63.0%、旅客鉄道が24.7%と高い。貨物は自動車54.3%、海運が42.0%である。

図6、図7にロジスティック近似による旅客と貨物の機関別輸送量の微分値を示す。旅客では航空が成長期、自家用乗用車は拡大期で増加、鉄道は熟成期、営業用乗用車・海運は熟成期を過ぎ、バスは急激な衰退期にある。貨物では貨物自動車は熟成期にちかく、やや増加傾向が見られるが、他の輸送機関はすべて熟成期である。自家用乗用車の増加、貨物自動車の増加傾向が減少しつつあるのは、旅客は成長期を過ぎた直後で、貨物は拡大期を過ぎたことが認められ、図1を裏付けている。

ロジスティック近似による運輸エネルギー消費量の機関別原単位を図7に示す。1980年代の中期以後、旅客原単位の営業用自動車・旅客海運に若干の増加傾向が見られるのは、客離れによる輸送量の急激な減少で運用効率が低下したものとみられるが、総じて近年の機関別の輸送量原単位の変動は少ない。エネルギー消費量の原単位が一定であるにも拘らず、旅客・貨物ともに輸送量の増加よりエネルギー消費量の増加が大きいのは、原単位の低いバス、旅客鉄道など公共交通機関から原単位の高い自動車へのシフトが重要な原因であるといえる。旅客のエネルギー削減は自家用乗用車をバス、旅客鉄道などの公共交通機関に

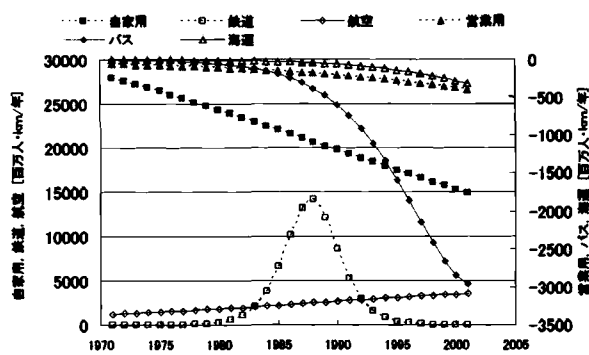


図6 旅客機関別輸送量の微分値

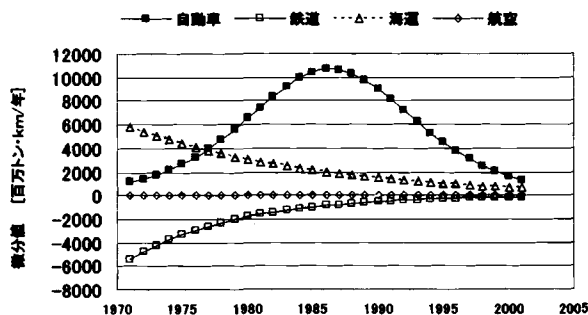


図7 貨物機関別輸送量の微分値

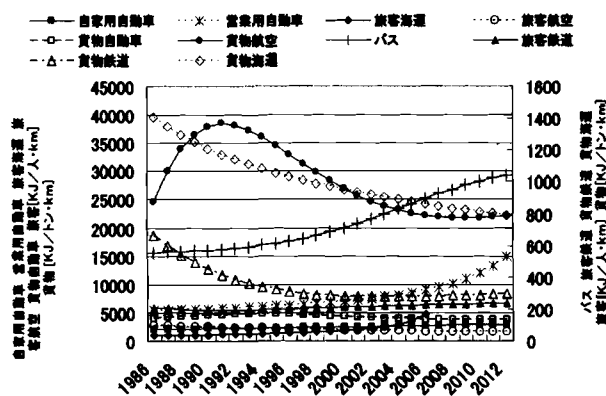


図8 旅客・貨物エネルギー消費量の原単位

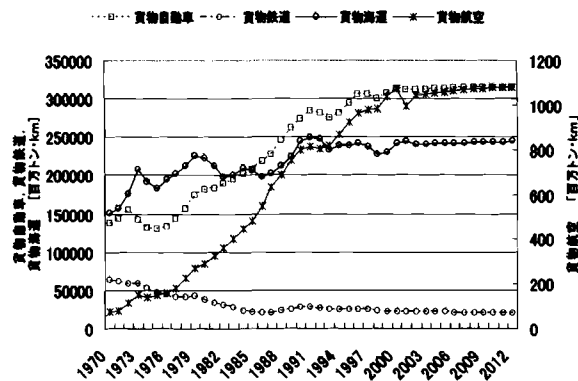


図5 貨物機関別輸送量の推移

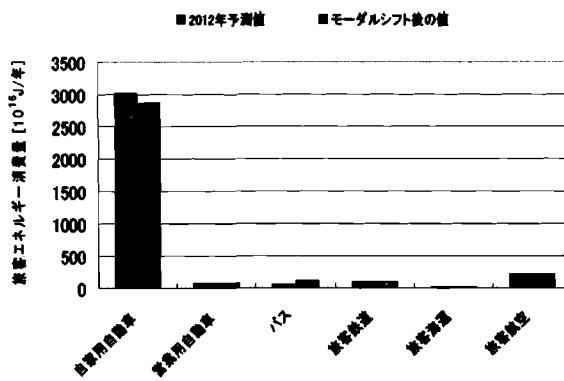


図9 モーダルシフトによる旅客エネルギー消費量の比較

モーダルシフト（輸送機関の転換）することであり、貨物のエネルギー削減は貨物自動車貨物鉄道にモーダルシフトすることである。

2012 年の運輸エネルギー予測の前提条件として、機関別輸送量および原単位は 2012 年の予測値を採択し、旅客海運の輸送量と原単位の近似値はマイナスになるが、輸送量が微少なため無視する。また、短期的にインフラ整備が困難な営業用乗用車と旅客航空、貨物海運、貨物航空はモーダルシフトの対象から除外する。

機関別輸送量は、実績値までは比較的短期間で再生できると考えられるので、図 9 に、自家用乗用車の約 5% をバス（1970 年実績）にモーダルシフトした場合の旅客エネルギー消費量を示す。2012 年の予測値（現状トレンド）より 3% 減少する。同様に図 10 に、貨物自動車の約 15% を貨物鉄道（1970 年実績）にモーダルシフトした場合の貨物エネルギー消費量を示す。2012 年の予測値より 12% 減少する。モーダルシフトによる運輸エネルギーの削減効果は、2012 年予測値の 6% 減になり、実績値までの再生によるモーダルシフトでは 1990 年基準の京都議定書には及ばない。

次に自家用乗用車を旅客鉄道に、貨物自動車を貨物鉄道にモーダルシフトをした場合に、自動車のシフト率と 2012 年の運輸モーダルシフトによるエネルギー消費量と削減比率を図 11 に示す。シフト率が 55~60% で京都議定書の目標はクリアできる。インフラ整備に追加対策は必要であるが、現状の交通渋滞・事故などの長期的・抜本的な諸課題を解決するための対策として有効と考えられる。

4. 道路投資額と自動車の保有台数と大型化の推移

図 12 に GDP 当たりの道路投資額と乗用車（軽四輪車を含む）と自動車（三輪以上）の増加台数の関係を示す。年次による道路投資額に変動（ストック額は変動が少なく、自動車の保有台数とは相関性は高いが、GDP との相関性に欠ける）はあるものの、GDP に対して道路投資額は増加傾向にある。道路投資額に対して乗用車を除く自動車は減少傾向にあるが、乗用車はほぼ平衡状況にある。

図 13 に GDP、道路投資額と乗用車、自動車保有台数および乗用車の大型（重量）化をロジスティック近似の相対微分値で示す。道路投資額と自動車保有台数のピークはほぼ同時期で、乗用車のピークは約 10 年程度遅れ、その後は大型（重量）化が進むことを示している。

図 14 に、乗用車を軽量車（軽四輪車）、中量車（普通車で 1500kg 以下）、重量車（1500kg を超える）に分類し、保有台数の比率を示す。軽量車と重量車のシェアが増加している。図 15 の微分値からみると、500kg 以下の車両は微分値が急上昇で成長期、500~2500kg の車両は熟成期、

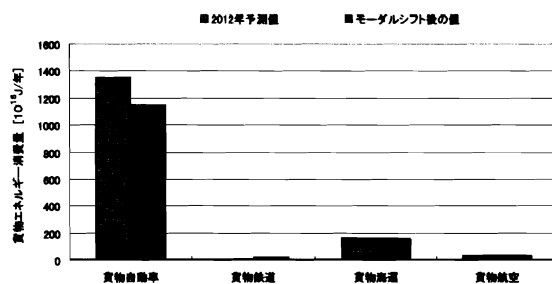


図 10 モーダルシフトによる貨物エネルギー消費量の比較

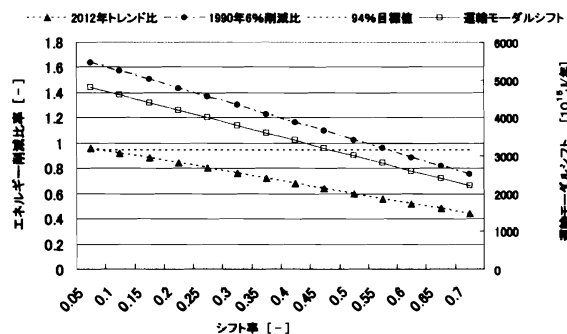


図 11 運輸モーダルシフトによるエネルギー削減比率

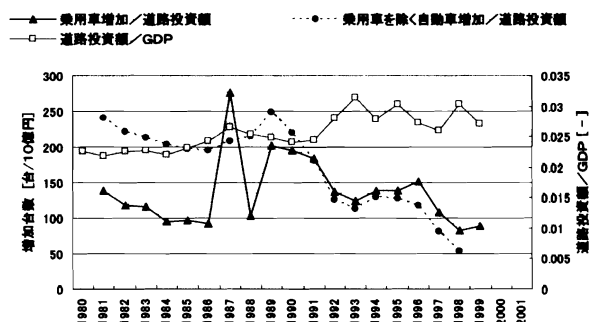


図 12 道路投資額に対する乗用車と自動車を除く自動車増加台数

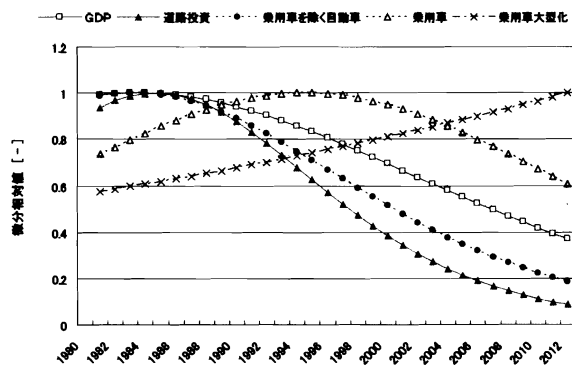


図 13 GDP、道路投資額、乗用車を除く自動車と乗用車の保有台数と大型化

2500～4000kgの車両は成長期、軽四輪車も拡大期で軽量化と大型化の2極分化が進んでいる。

5. 所得格差を示すジニ係数と自動車の大型化

所得格差を示す指標にジニ係数がある。縦軸に所得の累積構成比を、横軸に世帯数の累積構成比を低い方から高い方に並べると、格差が小さいときは45度の直線に近づき、格差が大きいときは弓なりに下方に膨らむ。これをローレンツ曲線と称し、45度の直線とローレンツ曲線と縦・横軸で囲まれる面積の比率をジニ係数と称し、格差が小さければ0に近づき、大きければ1に近づく。概括して、ジニ係数の目安は、0.2～0.3は通常の配分型、0.3～0.4は少し格差がある、0.4～0.5は格差が大きい、といわれる。

図16に国際的な基準に沿った先進国のジニ係数を示す。日本は先進国で中位に属し、ジニ係数は増加傾向にある。

図17に全世帯所得のジニ係数と車両重量別の保有台数を示す。横軸ジニ係数の左端0.281は1988年のデータであり、右端0.295は2001年のデータである。ジニ係数が増加すると軽四輪車と重量車が増加し、普通乗用車である中量車は減少気味で2極分化し、図14と類似の傾向になる。軽量車はサービス業や近距離移動の利用で増加、中量車はやや減少もしくは平衡、高所得層の生活向上により高級車・RV車が増加したものと考えられる。

図18に労働政策研究・研修機構作成による1988年以降の全世帯、及び勤労者世帯のジニ係数を示す。図より勤労者世帯の所得格差は均等化しているが、全世帯になるとその格差は大きくなる。2000年前後で全世帯にやや減少傾向も窺えるが、長期的には全世帯・勤労者世帯ともにジニ係数は増加傾向にあり、ジニ係数の増加は高齢化世帯の増加だけとは言えない。ジニ係数は統計の違いや算出方法により差異を生じるが、「全世帯」「勤労者世帯」の平均値はいずれも1980年代後半から格差は増大している。日本には年功序列制、企業規模格差、学歴格差、男女性別、職務などの格差があるが、近年の家族構成の変化や業績重視、職業の親子継承の減少、パートタイムや高齢化による変化がジニ係数増大の要因になっているとみられる。道路投資など公共投資による外部化された社会資本費の影響も考えられる。

図19に2012年迄の自家用乗用車のエネルギー消費量とGDPの予測値を示す。GDPの増加は家計所得の増加を意味し、ひいては自家用車のエネルギー消費量の増加につながる。エネルギー消費量は家計所得水準と原油価格(CIF)で決定するとし、運輸部門エネルギー消費量を目的関数、全世帯所得と原油価格を説明変数とする多変量解析で近似する。指標の実績値に変動が少ない1992～2000年を適

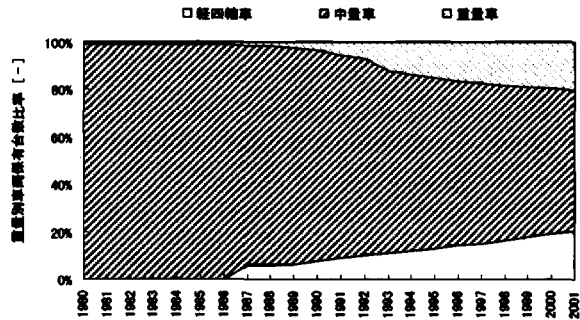


図14 乗用車重量別の保有台数の推移

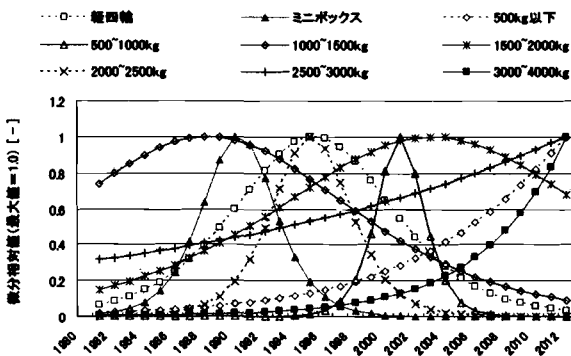


図15 微分値にみられる乗用車の大型化

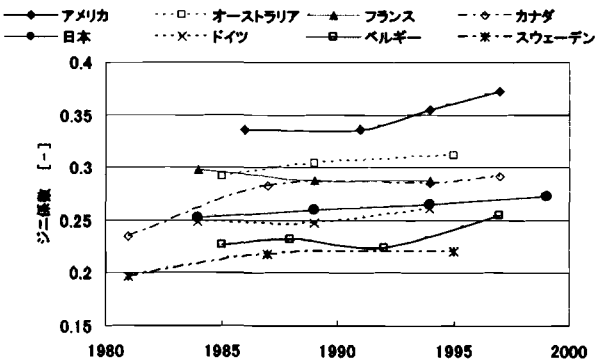


図16 ジニ係数の国際比較

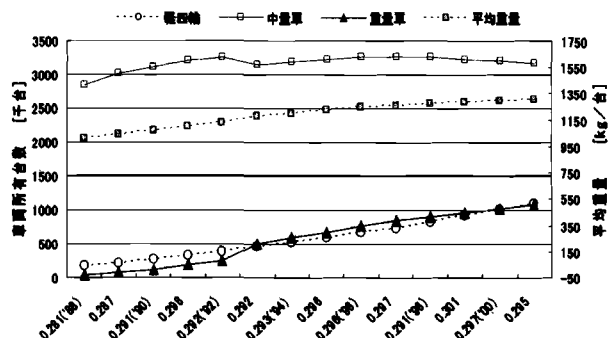


図17 ジニ係数と重量別自動車保有台数

用期間とし、全世帯所得が現状で推移した場合の原油価格をパラメータとする運輸エネルギー消費量を図20に示す。原油価格が300\$/bbl程度まで高騰すると1990年比で6%削減目標はクリアできる。原油価格の高騰は輸入時の課金でも代替できるが、一時的に経済混乱を招く恐れもあるので計画的・段階的な処置が必要である。

6. 世界のジニ係数と再生エネルギーの比率

国民所得とジニ係数の間に統計的に有意な関係は認め難いが、経済成長は所得レベルを向上させる重要な要因であり、低所得層を少なくする最善の施策は経済成長を実現することである。先進国の中流階級は所得格差の拡大に寛大であり、社会的費用が増加して国家財政を逼迫させることにも敏感ではない。ジニ係数は政治主導、社会規範、生活者の社会意識によって大きな影響を受ける。先進国のジニ係数と一次エネルギーに対する再生エネルギーの比率を整理すると図21が得られる。図21にみられるように、デンマーク、オーストリアのようにジニ係数の低い国はバイオマス・廃棄物による再生エネルギーの利用率が高いのは別として、歴史的に環境先進社会を目指しているドイツの再生エネルギー比率が中位にあるのは、経済社会システムとエネルギーの有効活用を解明するうえで興味あることである。フランス、ドイツ、日本のジニ係数は先進国で中位に属し、アメリカ、イタリアは自由な市場経済で貧富の差が大きい国である。

7. 自動車社会を取り巻く諸問題

これまで、運輸エネルギー消費量の削減対策は数多く検討され、巾広く実用化もされてきた。しかし、資本主義は市場経済を通じて利益の最大化を目指し、その主役を担うのは企業などの法人であり、市場中心の経済システムのもとで許容される限りの道路整備、自動車の生産・普及活動をすすめることに、なんら躊躇や違和感をもたないのは当然である。

また、民主主義は市民が主役で多数の意思を尊重する社会システムである。自動車はビジネス、買物、旅行のほか、物の運搬、輸送を速く・広範囲にすることができ、生活の向上に計り知れない恩恵をもたらす。民主主義社会において生活者が豊かさと快適さを求め、所得の許す限り自動車を所有・利用するのも自由である。

一方、自動車は企業も市民も恩恵に浴することができる反面で、騒音・大気汚染などの公害、都市の交通事故や渋滞、公共事業の増大、社会的費用の発生、ライフスタイルの侵害などマイナスの課題もある。自動車社会の道路整備は国費、地方費、財政投融资など財政出動も多大で、生

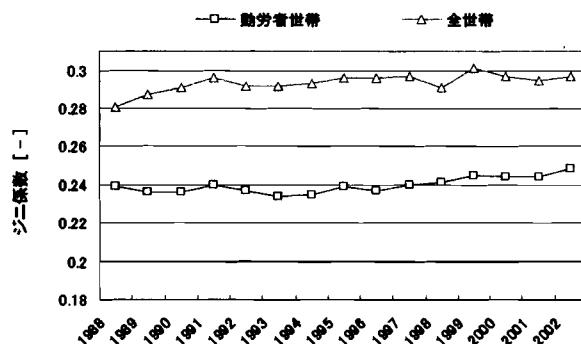


図18 労働者世帯と全世帯のジニ係数

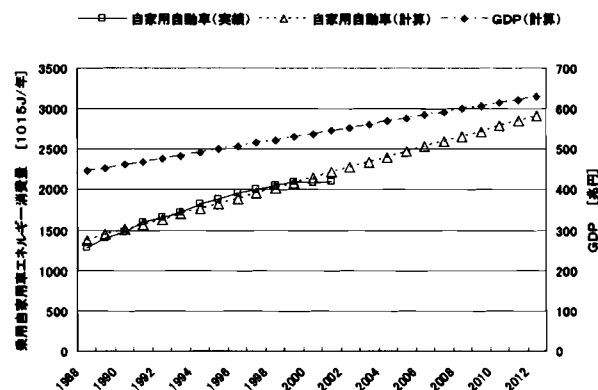


図19 乗用自動車エネルギー消費量とGDP

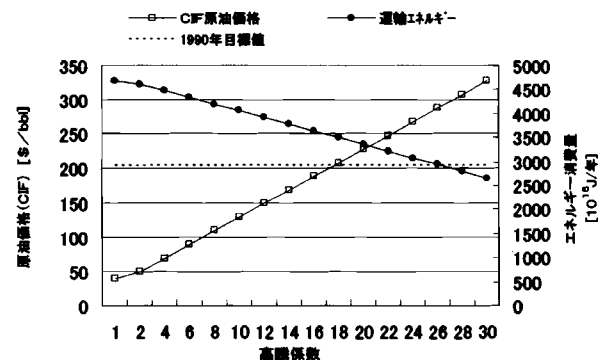


図20 原油価格と運輸部門エネルギー消費量

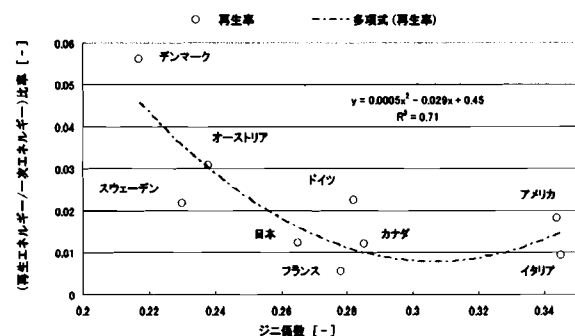


図21 ジニ係数と再生エネルギー

出典 資源エネルギー庁
新エネルギー政策資料より作成

態系や環境保全への社会資本の投入を必要とし、多大のエネルギー浪費を促す。宇沢⁽²⁷⁾によれば社会費用の増加は、自動車一台あたり1200万円の投資額、利息による年間200万円の賦課額に相当すると言われるが、自己責任による受益者負担の経済社会システムはいまだ確立していない。

運輸エネルギー消費量の削減の根本とすべき理念は、すべての生命が優先的に存続できる経済社会システムを構築するため、自動車のもたらす功罪と真正面から取り組むことである。

8. むすび

本稿では、文明の利器としての自動車は、経済の発展と生活水準の向上と共に、主として自家用乗用車および貨物自動車が増加し、このまま放置すれば将来も拡大を続け、地球温暖化の重要な要因になることに論及した。

国際間における先進国と開発途上国の交通システムの格差は、先進国内部の格差の比類ではなく、やがて開発途上国の交通システムも高度化されるにつれ、世界のエネルギー消費量は増大の一途を辿るであろう。環境保護の状況下においても、先進国が経済的利益を優先させ開発途上国の生活向上を固定化もしくは発展を阻害するような社会経済システムに持続性はない。

少子化、高齢化と人口減少の中にある日本が、さらなる交通機能の高度化に傾斜するのは、社会資本の維持運用の負担を後世に継承するだけでなく、世界の潮流に逆行することでさえある。自動車の高級化・市場拡大を求めるだけでなく、地球環境の保全、自然環境との調和の新しい文明観を創出し、生活環境の向上のビジョンを明らかにするとともに、自覚して開発途上国を支援することこそ環境先進国と称されるに値する。

本稿では、ジニ係数の増加やGDPの成長がエネルギー消費量とトレードオフの関係にあることも示唆した。その対策として大幅なモダリティシフトの導入や原油購入への課金などを実施すべきことを大胆に提言する。

交通社会における自動車用エネルギー消費量は、経済社会システムの国の方向性を反映したものである。日本は、ジニ係数が高く所得格差が大きいアメリカ型でもなく、福祉国家でジニ係数の低いスウェーデン型でもない。日本は、中流階級の層の厚さが社会の活力を生んできたとされているが、ジニ係数に見る限りアメリカ型に近づきつつある。日本の経済社会システムは、アメリカ型に行くのか、ドイツやフランス型を目指すのか、地球生態圏の豊饒な恵みと人類の安寧繁栄の願望を担いつつ、持続可能な国際社会構築への分水嶺にある。

参考文献

1) 高野茂・小幡英二；文明史にみられる人口・エネルギー

消費の推移—永続的社会の構築を目指して— 開発技報, 46 (2003. 10)

- 2) 高野茂・小幡英二；住宅用太陽光発電システムとガスコージェネによるCO₂削減効果に関する一試算 室蘭工業大学紀要 第54巻 pp. 147-154 (2004)
- 3) 資源エネルギー庁長官官房総合政策課；総合エネルギー統計 平成13年度版
- 4) 内閣府経済社会総合研究所；経済要覧 平成15年版
- 5) 日本エネルギー経済研究所 計量分析部；エネルギー経済統計要覧 2003年版
- 6) 総務省統計局・統計研修所；日本の統計 2003
- 7) エネルギー・資源学会；エネルギー・資源ハンドブック (1996. 11)
- 8) 宇沢弘文・国則守生；地球温暖化の経済分析 東京大学出版会 (1998. 2)
- 9) エネルギー・地球フォーラム準備会；地球・住環境とエネルギーの有効活用米国調査団報告書 (1992. 4)
- 10) 縄田和満；Excel による回帰分析 朝倉書店 (2001. 4)
- 11) 林 茂雄・馬場 涼訳；計測における誤差解析入門 東京化学同人 (2000. 7)
- 12) 小宮山 宏；地球持続の技術 岩波新書 (2002. 4)
- 13) 佐和隆光；地球温暖化を防ぐ 岩波新書 (2002. 10)
- 14) 茅 陽一；CO₂削減戦略 日刊工業新聞社 (2000. 8)
- 15) 鈴木耀太郎；職業未来学 日経新書 (1969. 7)
- 16) 首都圏白書；平成14年版 (2003. 8)
- 17) 石丸公生；天然ガス燃料電池 日刊工業新聞社 (1994. 9)
- 18) 電力中央研究所報告 183017 Fig. 10 (1983. 11)
- 19) 日本能率協会総合研究所；産業別にみた中期需要予測 (2003. 6)
- 20) 資源エネルギー年鑑編集委員会；2003・2004 資源エネルギー年鑑 通産資料出版会 (2003. 1)
- 21) 通商産業省 資源エネルギー庁省エネルギー対策課監修；省エネルギー総覧 (2000・2001)
- 22) 不破敬一郎 森田昌敏；地球環境ハンドブック (2000. 10)
- 23) 産業環境管理協会 茅 陽一監修；環境ハンドブック (2002. 10. 10)
- 24) 日本能率協会総合研究所；産業別にみた中期需要予測 通産資料出版会 (2003. 6. 30)
- 25) 環境省総合環境政策局；環境統計集 平成16年版
- 26) 野村和正；道路と交通 成山堂 (2001. 1. 15)
- 27) 宇沢弘文；自動車の社会的費用 岩波新書 (2004. 7. 15)

(2005年6月14日受付, 2005年7月25日受理)